

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-321573

(43)Date of publication of application : 24.11.2000

(51)Int.Cl. G02F 1/13357
 F21V 5/04
 F21V 7/09
 G02F 1/13
 G03B 21/00
 G03B 21/14

(21)Application number : 11-128827

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 10.05.1999

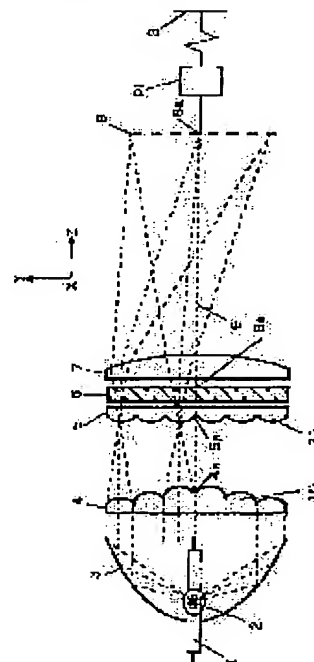
(72)Inventor : NAKAI TAKEHIKO

(54) ILLUMINATING DEVICE AND PROJECTING DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an illuminating device which increases the use efficiency of light and which can illuminate the objective region with high illuminance by controlling the imaging magnitude of a plurality of systems consisting of a light condensing means and a plurality of first lenses to be almost equal when the image of a light emitting body is to be formed.

SOLUTION: A parabolic mirror 3 condenses the light emitted by a light emitting body 2 to form a single beam along the main optical axis 9. The single beam entering a first lens array plate 4 is divided into 48 partial beams by 48 first lenses 10. Each partial beam after divided has less irregularity in brightness compared to the original single beam. A plurality of first lenses 10 have different focal lengths and guide the respective partial light beams so as to form almost the same images of the light emitting body 2 of the light source 11 on the apertures of second lenses 11 of the corresponding second lens array plate 5. Thereby, high use efficiency of light can be obtained while almost preventing the loss of light in the apertures of the second lens array plate 5 and a conversion element 6 for polarized light.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-321573
(P2000-321573A)

(43) 公開日 平成12年11月24日 (2000.11.24)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード (参考)
G 0 2 F 1/13357		G 0 2 F 1/1335	5 3 0 2 H 0 8 8
F 2 1 V 5/04		F 2 1 V 5/04	Z 2 H 0 9 1
	7/09		C
G 0 2 F 1/13	5 0 5	G 0 2 F 1/13	5 0 5
G 0 3 B 21/00		G 0 3 B 21/00	D

審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-128827

(22) 出願日 平成11年5月10日 (1999.5.10)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 中井 武彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

F ターム (参考) 2H088 EA12 HA25 HA28 KA30 MA01

2H091 FA14Z FA29X FA29Z FA41Z

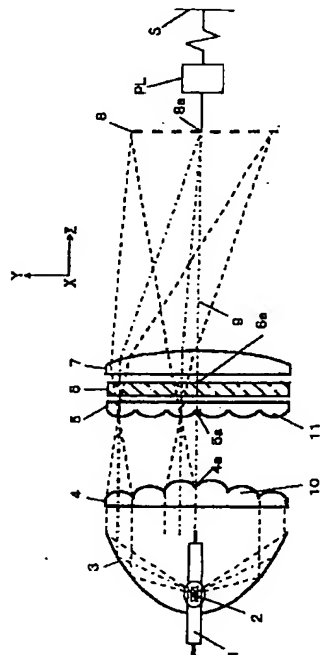
FD03 GA16 LA18

(54) 【発明の名称】 照明装置及びそれを用いた投影装置

(57) 【要約】

【課題】 光源からの光束の有効利用を図りつつ被照射面を効果的に照明することができる照明装置及び投影装置を得ること。

【解決手段】 発光体と、該発光体からの放射光を集光する集光手段と、複数の第1レンズを2次元状に配列し、該集光手段からの光束を複数の光束に分割する第1レンズアレイと、該第1レンズアレイの複数の第1レンズと対をなす複数の第2レンズを2次元状に配列した第2レンズアレイを含み、かつ該第1レンズアレイからの該複数の光束の各々を被照明領域上に照射する光学系とを有し、該集光手段と該複数の第1レンズの個々のレンズで構成される複数の系は、互いに該発光体を結像するときの結像倍率を略等しくしていること。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発光体と、該発光体からの放射光を集光する集光手段と、複数の第 1 レンズを 2 次元状に配列し、該集光手段からの光束を複数の光束に分割する第 1 レンズアレイと、該第 1 レンズアレイの複数の第 1 レンズと対をなす複数の第 2 レンズを 2 次元状に配列した第 2 レンズアレイを含み、かつ該第 1 レンズアレイからの該複数の光束の各々を被照明領域上に照射する光学系とを有し、該集光手段と該複数の第 1 レンズの個々のレンズで構成される複数の系は、互いに該発光体を結像するときの結像倍率を略等しくしていることを特徴とする照明装置。

【請求項 2】 前記複数の第 1 レンズの光軸近傍の第 1 レンズと周辺部の第 1 レンズとは互いに焦点距離及び／又は光軸方向の長さが異なっていることを特徴とする請求項 1 の照明装置。

【請求項 3】 前記複数の第 1 レンズは前記集光手段からの光束を各レンズに対応する前記第 2 レンズの開口部近傍で最も収束せしめていることを特徴とする請求項 1 又は 2 の照明装置。

【請求項 4】 前記光学系は前記第 2 レンズアレイからの光束を集光する第 3 レンズを有していることを特徴とする請求項 1、2 又は 3 の照明装置。

【請求項 5】 前記複数の第 1 レンズの一部は、それらの開口中心から前記集光手段の光軸までの距離の長さに応じてそれらの焦点距離を相対的に変えていることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の照明装置。

【請求項 6】 前記集光手段は凹面鏡から成り、前記発光体の長軸方向と該集光手段の光軸を略同一方向とすることを特徴とした請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載の照明装置。

【請求項 7】 前記光学系は第 3 レンズを有しており、前記第 1 レンズ又は第 2 レンズ又は第 3 レンズの少なくとも 1 つの光学面を非球面としたことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項記載の照明装置。

【請求項 8】 前記複数の第 1 レンズの開口は前記所定の被照明領域の形状と略相似形状であることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項記載の照明装置。

【請求項 9】 前記光学系は第 3 レンズを有しており、前記第 3 レンズは前記第 2 レンズアレイの複数の第 2 レンズに対応し、同じ開口を有する複数のレンズから構成されていることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項記載の照明装置。

【請求項 10】 前記第 1 レンズは平面を光入射側に向けた平凸レンズであることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項記載の照明装置。

【請求項 11】 発光体と、該発光体からの放射光を集光する集光手段と、略同一の開口形状を有する複数の第 1 レンズを 2 次元状に配列し、該集光手段からの光束を

複数の光束に分割する第 1 レンズアレイと、該第 1 レンズアレイの複数の第 1 レンズと対をなす複数の第 2 レンズを 2 次元状に配列した第 2 レンズアレイと、該第 2 レンズアレイからの光束の偏光状態を揃えて射出させる偏光変換素子と、を含み、該第 1 レンズアレイからの該複数の光束の各々を被照明領域上に照射する光学系とを有し、該複数の第 1 レンズは該複数の第 2 レンズの開口近傍で、該発光体の該集光手段による光源像の結像倍率を変えて結像していることを特徴とする照明装置。

10 【請求項 12】 前記偏光変換素子は、光束を S 偏光光束と P 偏光光束とに分離する偏光光束分離面と、該偏光光束分離面によって分離された P 偏光光束と S 偏光光束のうちいずれか一方の光を反射させる反射面と、いずれか一方の偏光方向を他方の偏光方向に変換する偏光変換手段とを有し、該反射面と該偏光光束分離面とが交互に配列されていることを特徴とする請求項 11 の照明装置。

20 【請求項 13】 前記光学系は前記複数の第 1 レンズの開口部を前記被照明領域に略同一の大きさで重畳するように投射していることを特徴とする請求項 1 から 12 のいずれか 1 項の照明装置。

【請求項 14】 請求項 1 から 13 のいずれか 1 項の照明装置の被照明領域に配置した被投影物体を投影光学系で所定面上に投影していることを特徴とする投影装置。

【請求項 15】 前記被投影物体はライトバルブであることを特徴とする請求項 14 の投影装置。

【請求項 16】 前記被投影物体は液晶パネルであることを特徴とする請求項 14 の投影装置。

30 【請求項 17】 発光体と、該発光体からの放射光を集光する集光手段と、複数の第 1 レンズを 2 次元状に配列し、該集光手段からの光束を複数の光束に分割する第 1 レンズアレイと、該第 1 レンズアレイからの該複数の光束の各々を被照明領域上に照射する光学系とを有し、該集光手段と該複数の第 1 レンズの個々のレンズで構成される複数の系は、互いに該発光体を結像するときの結像倍率を略等しくしていることを特徴とする照明装置。

【請求項 18】 前記複数の第 1 レンズの光軸近傍の第 1 レンズと周辺部の第 1 レンズとは互いに焦点距離及び／又は光軸方向の長さが異なっていることを特徴とする請求項 17 の照明装置。

【請求項 19】 前記複数の第 1 レンズの一部は、それらの開口中心から前記集光手段の光軸までの距離の長さに応じてそれらの焦点距離を相対的に変えていることを特徴とする請求項 17 又は 18 の照明装置。

【請求項 20】 前記集光手段は凹面鏡から成り、前記発光体の長軸方向と該集光手段の光軸を略同一方向とすることを特徴とした請求項 17 から 19 のいずれか 1 項記載の照明装置。

50 【請求項 21】 前記複数の第 1 レンズの開口は前記所定の被照明領域の形状と略相似形状であることを特徴と

する請求項 17 から 20 のいずれか 1 項記載の照明装置。

【請求項 22】 前記第 1 レンズは平面を光入射側に向けた平凸レンズであることを特徴とする請求項 17 から 21 のいずれか 1 項記載の照明装置。

【請求項 23】 発光体と、該発光体からの放射光を集光する集光手段と、略同一の開口形状を有する複数の第 1 レンズを 2 次元状に配列し、該集光手段からの光束を複数の光束に分割する第 1 レンズアレイと、該第 1 レンズアレイからの光束の偏光状態を揃えて射出させる偏光変換素子と、を含み、該第 1 レンズアレイからの該複数の光束の各々を被照明領域上に照射する光学系とを有し、該複数の第 1 レンズは該発光体を結像するときの該集光手段による光源像の結像倍率を変えていることを特徴とする照明装置。

【請求項 24】 前記偏光変換素子は、光束を S 偏光光束と P 偏光光束とに分離する偏光光束分離面と、該偏光光束分離面によって分離された P 偏光光束と S 偏光光束のうちいずれか一方の光を反射させる反射面と、いずれか一方の偏光方向を他方の偏光方向に変換する偏光変換手段とを有し、該反射面と該偏光光束分離面とが交互に配列されていることを特徴とする請求項 23 の照明装置。

【請求項 25】 前記光学系は前記複数の第 1 レンズの開口部を前記被照明領域に略同一の大きさと重畳するように投射していることを特徴とする請求項 17 から 24 のいずれか 1 項の照明装置。

【請求項 26】 請求項 17 から 25 のいずれか 1 項の照明装置の被照明領域に配置した被投影物体を投影光学系で所定面上に投影していることを特徴とする投影装置。

【請求項 27】 前記被投影物体はライトバルブであることを特徴とする請求項 26 の投影装置。

【請求項 28】 前記被投影物体は液晶パネルであることを特徴とする請求項 26 の投影装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、照明装置及びそれを用いた投影装置に関し、主に液晶パネルを照明する用途に用いる照明装置（照明光学装置）、ならびに当該照明光学装置により液晶パネルを照明し、液晶パネル上の光学像をスクリーン上に拡大投影する投影装置（投射型表示装置）に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、液晶パネル等をスクリーン上に拡大投影するための投射型表示装置は、液晶パネル等が矩形状をしているため、矩形状の照明エリアを均一に照明することと、照明するための光源からのエネルギー損失を少なくその照明エリアに導くことが重要である。

【0003】このような投射型表示装置には、液晶パネル上の光学像を強力な光で照明する照明光学装置が必要であり、その性能は投写画像の画質を大きく左右する。具体的に、高効率で色再現性に優れ、明るさと色の均一性の良好な照明光学装置が要望される。

【0004】従来より用いられている照明光学装置の一例として、凹面鏡式の照明光学装置がある。図 8 にこのような照明光学装置の構成例を示す。図 8 の照明光学装置は主に、ランプ 101 と凹面鏡 102 から構成される。凹面鏡 102 は放物面鏡であり、発光体 103 の放射する光の大部分を集光し、光軸 104 に平行に近い照明光 105 を形成して、被照明領域 106 を照明する。光源として、例えば、ランプ 101 にはメタルハライドランプが用いられる。他にキセノンランプ、ハロゲンランプ等が用いられる。又、凹面鏡 102 には、他に楕円面鏡等が用いられる。

【0005】このような凹面鏡式の照明光学装置は、凹面鏡 102 の集光効率が高い利点がある反面、光軸 104 近傍の光束密度が高く、被照明領域 106 の明るさむらが比較的大きい。そこで、照明光の明るさ均一性を改善する方法としてレンズアレイを用いたインテグレータと呼ばれる構成が知られており、例えば、特公昭 43-5089 号公報、特開平 3-111806 号公報、特開平 5-346557 号公報がある。図 9 に、このような照明光学装置の構成例を示す。

【0006】図 9 に示す照明光学装置は、図 8 に示した凹面鏡式の照明光学装置に第 1 レンズアレイ板 121、第 2 レンズアレイ板 122、そして、第 3 レンズ 123 を付加した構成より成っている。第 1 レンズアレイ板 121 は、複数の第 1 レンズ 124 を 2 次元状に配列して構成する。第 2 レンズアレイ板 122 も同様に、複数の第 2 レンズ 125 を 2 次元状に配列して構成する。第 1 レンズアレイ板 121 は、凹面鏡 102 から出射する明るさむらの大きな単一光束を、第 1 レンズ 124 と同数の部分光束に分割する。分割後の部分光束の明るさむらは、分割前の単一光束に比較して小さい。各部分光束は、第 2 レンズアレイ板 122 により被照明領域 106 まで有効に伝達され、第 3 レンズ 123 との合成系がこれを重畳させるので、明るさ均一性の高い照明を実現できる。

【0007】上記照明装置は、明るさ均一性の高い照明を実現できるが、ランダムな偏光光束を照明光として用いている。そのため、液晶パネル等の照明光学装置として用いた場合、利用される光束は特定の偏光方向の光束だけであるので、光の利用率は大幅に低下し、明るい照明系は実現できない。

【0008】この問題を解決した構成として、照明光学装置内に偏光変換素子を用いた照明系が、例えば、特開平 9-311297 号公報等で開示されている。図 10 にこのような照明光学装置の構成例を示す。この構成は、第 2 レ

ンズアレイ122から出射されたランダムな偏光方向を持つ光束を、図11に示すように偏光分離面126A、反射面126C、 $\lambda/2$ 位相差板126Bから成る偏光変換素子126により特定の偏光方向を有する光束に変換した後、液晶パネル等の被照射領域を照明するため、偏光面の揃った明るく均一性の高い照明を実現している。

【0009】図11に示す偏光変換光学素子126の構成の詳細については、例えば特開平10-39136号公報等で開示されている。図11は、第2レンズアレイ122を構成する複数のレンズ125のうちの1つのレンズとそれに対応する偏光変換光学素子126の主要部を拡大して示したものである。

【0010】偏光変換素子126は積層構造を有する光学素子であり、図に示したようにレンズアレイ122の各レンズより射出した光線が入射するように、レンズアレイを構成する各レンズの周期に合わせた構成となっている。

【0011】R11は偏光変換光学素子126に入射する光線を示したものである。偏光分離面126Aは光の偏光成分を分離するための手段であり、薄膜等により形成されている。偏光分離面126Aは、例えば、偏光成分のうちP偏光成分を透過し、S偏光成分を反射するような構成となっている。R11は光源1より発光した光であり、ランダムな偏光成分を有している。光R11の中のP偏光成分は偏光分離面126Aを透過し、 $\lambda/2$ 位相の波長板126Bに入射する。波長板126Bは光の偏光方向を 90° 回転させるような波長板であるため、波長板126Bより射出する光線は 90° 偏波面が回転する。偏光分離面126Aで反射されたS偏光成分は反射面126Cで反射され図に示したように、偏光分離面126Aを透過した光線R1Pと異なった位置に光R1Sとして出射する。光R1Pは前述したように、波長板126Bにより偏波面を回転させられるため、射出光束としては、偏光方向が揃っていることになる。このため、光の利用効率が高くなる。

【0012】図10は、図9の光学系中の第2のレンズアレイ122の射出側に偏光変換光学素子126を配置したインテグレート光学系の配置概要を示したものであり、偏光変換素子126以外の光学系についての光学的配置については図9と同様であるため、説明は省略する。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】図12は図9において第2レンズアレイ122付近に形成される光源（発光体）103の光源像の概要を示したものである。図12は縦8、横6の48個の第2レンズより成る第2レンズアレイの各レンズ125に入射する光源像の大きさを135で示している。図に示したように、光軸104に近いほど光源像135が拡大し、第2レンズアレイ122

の開口よりも光源像が大きくなっていることがわかる。このため、開口から外れた光が損失となり、光が有効に利用されていないといった課題を生じている。又、前述したように、現在インテグレート光学系に偏光変換光学系を組み合わせ、さらに光量をあげる試みがされている。

【0014】図11ではR3、R2は、第1レンズアレイ121からの光線を示している。前述したように、第2レンズアレイ122付近で光源103の実像135を形成している。光束R2、R3は第2レンズアレイ122の各レンズ125を透過し、偏光変換光学素子126に入射するが、偏光変換光学素子の構成から偏光変換機能を有しているのは開口部A1となる。つまり、開口部A1の部分以外の位置に入射する光線（図中点線の光線）は損失となってしまう。つまり、第2レンズアレイ122の開口よりも偏光変換機能を有する開口部A1の方が小さくなっていることがわかる。図13は第2レンズアレイ122上に形成される光源像の大きさと、第2レンズアレイ122の開口及び偏光変換光学系126の有効部の対応関係を示したものである。135は各発光体103の投影像、斜線部は偏光変換光学素子の非有効部A2を示している。

【0015】この図13で示したように、第2インテグレート付近に形成される光源の像は中心付近で大きくなるため、偏光変換光学系の非有効部に入射する割合が大きくなり、偏光変換等により全体として光の利用効率は上がっているものの、第2レンズアレイ上で損失があるという課題を有する。

【0016】図14を用いて第2レンズアレイ122上で光源の大きさが異なることについて補足説明する。図14は、従来のインテグレート光学系を示したものであり、第2レンズアレイ上に光源像ができるときの結像関係についての概略を示したものである。反射鏡102は発光点を焦点とする放物面である。従って、発光点から光線は反射面102で反射され平行光となる。

【0017】一方、放物面102の微小領域の焦点距離は、放物面上の位置の関数になる。図14で、発光点と放物面上の距離がその微小領域における焦点距離となる。従って、放物面上の点Pa (x_p, y_p, z_p)における焦点距離 $f_p(Pa)$ は、 $f_p(Pa) = \text{SQRT}(x_p^2 + y_p^2 + z_p^2)$ となる。従って、放物面上の点Pa、Pbの位置における焦点距離を考えると、点Paの方が原点に近いため、焦点距離が短くなる。

【0018】 $f_p(Pa) < f_p(Pb)$

ここで、 $f_p(Pa)$ は点Paの位置の焦点距離、 $f_p(Pb)$ は点Pbの位置の焦点距離である。又、第1レンズアレイ121の各レンズ124の焦点距離はすべて等しく f_{a1} であるとする。光学系の構成から、第2レンズアレイ付近に結像される場合の光源像の倍率は、P

a の位置、P b の位置に関しそれぞれ、

$$\beta P a = f a l / f p (P a)$$

$$\beta P b = f a l / f p (P b)$$

となり、関係式

$$f p (P a) < f p (P b)$$

より倍率が異なり、拡大率が P a の点を通る光線の方が大きい、つまり光源像が大きくなることがわかる。

【0019】以上が、図12、図13においての光源像の大きさが異なる主たる要因である。

【0020】本発明は、光の利用効率を高め、被照射領域を高い照度で照明することができる、照明装置及びそれをを用いた投影装置の提供を目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明の照明装置は、発光体と、該発光体からの放射光を集光する集光手段と、複数の第1レンズを2次元状に配列し、該集光手段からの光束を複数の光束に分割する第1レンズアレイと、該第1レンズアレイの複数の第1レンズと対をなす複数の第2レンズを2次元状に配列した第2レンズアレイを含み、かつ該第1レンズアレイからの該複数の光束の各々を被照明領域上に照射する光学系とを有し、該集光手段と該複数の第1レンズの個々のレンズで構成される複数の系は、互いに該発光体を結像するときの結像倍率を略等しくしていることを特徴としている。

【0022】請求項2の発明は請求項1の発明において、前記複数の第1レンズの光軸近傍の第1レンズと周辺部の第1レンズとは互いに焦点距離及び／又は光軸方向の長さが異なっていることを特徴としている。

【0023】請求項3の発明は請求項1又は2の発明において、前記複数の第1レンズは前記集光手段からの光束を各レンズに対応する前記第2レンズの開口部近傍で最も収束せしめていることを特徴としている。

【0024】請求項4の発明は請求項1、2又は3の発明において、前記光学系は前記第2レンズアレイからの光束を集光する第3レンズを有していることを特徴としている。

【0025】請求項5の発明は請求項1から4のいずれか1項の発明において、前記複数の第1レンズの一部は、それらの開口中心から前記集光手段の光軸までの距離の長さに応じてそれらの焦点距離を相対的に変えていることを特徴としている。

【0026】請求項6の発明は請求項1から5のいずれか1項の発明において、前記集光手段は凹面鏡から成り、前記発光体の長軸方向と該集光手段の光軸を略同一方向とすることを特徴としている。

【0027】請求項7の発明は請求項1から6のいずれか1項の発明において、前記光学系は第3レンズを有しており、前記第1レンズ又は第2レンズ又は第3レンズの少なくとも1つの光学面を非球面としたことを特徴としている。

【0028】請求項8の発明は請求項1から7のいずれか1項の発明において、前記複数の第1レンズの開口は前記所定の被照明領域の形状と略相似形状であることを特徴としている。

【0029】請求項9の発明は請求項1から8のいずれか1項の発明において、前記光学系は第3レンズを有しており、前記第3レンズは前記第2レンズアレイの複数の第2レンズに対応し、同じ開口を有する複数のレンズから構成されていることを特徴としている。

【0030】請求項10の発明は請求項1から9のいずれか1項の発明において、前記第1レンズは平面を光入射側に向けた平凸レンズであることを特徴としている。

【0031】請求項11の発明の照明装置は、発光体と、該発光体からの放射光を集光する集光手段と、略同一の開口形状を有する複数の第1レンズを2次元状に配列し、該集光手段からの光束を複数の光束に分割する第1レンズアレイと、該第1レンズアレイの複数の第1レンズと対をなす複数の第2レンズを2次元状に配列した第2レンズアレイと、該第2レンズアレイからの光束の偏光状態を揃えて射出させる偏光変換素子と、を含み、該第1レンズアレイからの該複数の光束の各々を被照明領域上に照射する光学系とを有し、該複数の第1レンズは該複数の第2レンズの開口近傍で、該発光体の該集光手段による光源像の結像倍率を変えて結像していることを特徴としている。

【0032】請求項12の発明は請求項11の発明において、前記偏光変換素子は、光束をS偏光光束とP偏光光束とに分離する偏光光束分離面と、該偏光光束分離面によって分離されたP偏光光束とS偏光光束のうちいずれか一方の光を反射させる反射面と、いずれか一方の偏光方向を他方の偏光方向に変換する偏光変換手段とを有し、該反射面と該偏光光束分離面とが交互に配列されていることを特徴としている。

【0033】請求項13の発明は請求項1から12のいずれか1項の発明において、前記光学系は前記複数の第1レンズの開口部を前記被照明領域に略同一の大きさに重畳するように投射していることを特徴としている。

【0034】請求項14の投影装置は、請求項1から13のいずれか1項の照明装置において、照明装置の被照明領域に配置した被投影物体を投影光学系で所定面上に投影していることを特徴としている。

【0035】請求項15の発明は請求項14の発明において、前記被投影物体はライトバルブであることを特徴としている。

【0036】請求項16の発明は請求項14の発明において、前記被投影物体は液晶パネルであることを特徴としている。

【0037】請求項17の発明の照明装置は、発光体と、該発光体からの放射光を集光する集光手段と、複数の第1レンズを2次元状に配列し、該集光手段からの光

束を複数の光束に分割する第1レンズアレイと、該第1レンズアレイからの該複数の光束の各々を被照明領域上に照射する光学系とを有し、該集光手段と該複数の第1レンズの個々のレンズで構成される複数の系は、互いに該発光体を結像するときの結像倍率を略等しくしていることを特徴としている。

【0038】請求項18の発明は請求項17の発明において、前記複数の第1レンズの光軸近傍の第1レンズと周辺部の第1レンズとは互いに焦点距離及び／又は光軸方向の長さが異なっていることを特徴としている。

【0039】請求項19の発明は請求項17又は18の発明において、前記複数の第1レンズの一部は、それらの開口中心から前記集光手段の光軸までの距離の長さに応じてそれらの焦点距離を相対的に変えていることを特徴としている。

【0040】請求項20の発明は請求項17から19のいずれか1項の発明において、前記集光手段は凹面鏡から成り、前記発光体の長軸方向と該集光手段の光軸を略同一方向とすることを特徴としている。

【0041】請求項21の発明は請求項17から20のいずれか1項の発明において、前記複数の第1レンズの開口は前記所定の被照明領域の形状と略相似形状であることを特徴としている。

【0042】請求項22の発明は請求項17から21のいずれか1項の発明において、前記第1レンズは平面を光入射側に向けた平凸レンズであることを特徴としている。

【0043】請求項23の発明の照明装置は、発光体と、該発光体からの放射光を集光する集光手段と、略同一の開口形状を有する複数の第1レンズを2次元状に配列し、該集光手段からの光束を複数の光束に分割する第1レンズアレイと、該第1レンズアレイからの光束の偏光状態を揃えて射出させる偏光変換素子と、を含み、該第1レンズアレイからの該複数の光束の各々を被照明領域上に照射する光学系とを有し、該複数の第1レンズは該発光体を結像するときの該集光手段による光源像の結像倍率を変えていることを特徴としている。

【0044】請求項24の発明は請求項23の発明において、前記偏光変換素子は、光束をS偏光光束とP偏光光束とに分離する偏光光束分離面と、該偏光光束分離面によって分離されたP偏光光束とS偏光光束のうちいずれか一方の光を反射させる反射面と、いずれか一方の偏光方向を他方の偏光方向に変換する偏光変換手段とを有し、該反射面と該偏光光束分離面とが交互に配列されていることを特徴としている。

【0045】請求項25の発明は請求項17から24のいずれか1項の発明において、前記光学系は前記複数の第1レンズの開口部を前記被照明領域に略同一の大きさで重畳するように投射していることを特徴としている。

【0046】請求項26の発明の投影装置は請求項17

から25のいずれか1項の照明装置の被照明領域に配置した被投影物体を投影光学系で所定面上に投影していることを特徴としている。

【0047】請求項27の発明は請求項26の発明において、前記被投影物体はライトバルブであることを特徴としている。

【0048】請求項28の発明は請求項26の発明において、前記被投影物体は液晶パネルであることを特徴としている。

10 【0049】

【発明の実施の形態】図1は本発明の照明装置を用いた投影装置の実施形態1の要部概略図である。以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳細に述べる。尚、各実施形態において、特に断りのない限り、光学系を構成する光軸をZ方向、被投影物体としての液晶パネルの形状に対応した被照射領域で液晶の長手（水平）方向をX方向、短手（垂直）方向をY方向としている。

【0050】図1において、1は光源としてのメタルハライドランプ、2は光源1の発光体、3は集光手段としての放物面鏡、4は第1レンズアレイ板であり、互いに中心厚が異なり焦点距離が異なる複数の第1レンズ10より成っている。尚、第1レンズアレイの一部のレンズのみを互いに焦点距離が異なるようにしても良い。5は第2レンズアレイ板、6は偏光変換素子であり、図11で示したのと同様の構成より成っている。7は第3レンズ、8は被照明領域である。9は照明装置の主光軸（光軸）であり、発光体2から第1レンズアレイ板4の有効領域の中心4aと第2レンズアレイ板5の有効領域の中心5a、偏光変換素子6の有効領域の中心6a、第3レンズ7のレンズ中心を経て被照明領域の中心8aに至る。ただし、主光軸9と放物面鏡3の回転対称軸は一致している。被照明領域8は、例えば液晶パネル等のライトバルブの有効表示領域である。PLは投影レンズ、Sはスクリーンである。

【0051】一般に、メタルハライドランプ1は円筒形に近い形状の発光体2を形成する。発光体2の長軸方向と主光軸9の方向を一致させ、その重心は放物面鏡3の焦点近傍に位置している。したがって、第1レンズアレイ板4には主光軸9と平行に近い光が入射する。厳密には、放物面鏡3の焦点から放射された光が主光軸9と平行に入射する。

【0052】図2に第1レンズアレイ板4の構成の一例を示す。被照明領域8と相似形状である矩形開口の第1レンズ10を48個2次元的に配列している。第1レンズアレイ板4の中心4aに対して右上の1/4象限内のレンズのみa~1の記号を記載している。他のレンズについては中心4aを通るXY軸に対して右上の形状と軸対称な構成を有しているのが一般的な構成なので記号の記載は省略している。

【0053】第1レンズ10の開口はすべて同一形状であり、アスペクト比4:3の矩形開口である。これは、例えばNTSCのTV画像を表示する液晶パネルを照明する場合を想定し、被照明領域8に対して相似形状としている。第1レンズ10は放物面鏡3から出射する光束の断面形状に合わせて各開口の形状と、X、Y各方向のレイ数が決定される。

【0054】第1レンズアレイ板4の有効領域の中心4aは、48個の第1レンズ10が内接する円の中心であり、この中心4aを主光軸9は通過する。尚、第2レンズアレイ板5と複数の第2レンズ11のXY断面の開口形状は第1レンズアレイ板4と複数の第1レンズ10のXY断面の開口形状と同じなので図示はしない。

【0055】次に本実施形態における照明装置の特徴を説明する。

【0056】放物面鏡3は発光体2から放射される光を集光し、主光軸9に沿った単一光束を形成する。この単一光束は、主光軸9の近傍ほど光束密度が高く明るさむらが大きい。第1レンズアレイ板4に入射した単一光束は48の第1レンズ10により48本の部分光束に分割される。分割後の各部分光束は元の単一光束に比較して明るさむらが小さくなっている。複数の第1レンズ10は、互いに焦点距離が異なっており、対応する部分光束を対応する第2レンズアレイ板5の第2レンズ11の開口部に光源1の発光体2の像が略同一となるように導いている。又、第2レンズ11の開口部近傍で各々の部分光束を最も収束させている。第2レンズアレイ板5の各開口部近傍に発光体2の2次光源が形成されている。尚、「略」とは本発明の目的を達成できる程度のことをいう。これは以下同じである。

【0057】第2レンズ11と第3レンズ7の合成の光学系により、対応する部分光束は適当な大きさに拡大され、被照明領域8上に重ね合わせる。具体的に、対応する第1レンズ10の開口形状に即した断面形状の光束を倍率Mだけ拡大し、被照明領域8上に導いて重畳させている。第1レンズ10の開口を被照明領域8と相似形状としているので、照明光の光束断面形状と被照明領域8の形状が一致し、光利用効率の面で有利となる。又、第1レンズアレイ板4の第1レンズ10の開口はすべて同形状であるので、投影倍率は第1レンズの各開口で同じ倍率となる。

【0058】複数の第1レンズ10の主光軸9方向の位置と各第1レンズ10の各焦点距離は異なっている。又、各第1レンズ10と被照射領域8の中心8aまでの距離は各レンズ10毎に異なっている。したがって、複数の第1レンズの開口像を被照射領域8に鮮明に結像するために、第2レンズ11と第3レンズ7の合成のパワーを各部分光束（又は、第2レンズアレイの各レンズ、又は第3レンズを非球面）毎に変えており、これによってすべての第1レンズ10の開口の被照射領域での開口

像を被照射領域8上で略同一方法で鮮明に重ね合わせている。

【0059】本発明の照明装置は、放物面鏡3からの明るさむらの大きな単一光束を第1レンズアレイ板4で明るさむらの小さい部分光束に分割し、これを第2レンズアレイ板5や第3レンズ7によって被照明領域8上に重畳させているので、明るさの均一性に優れた照明を実現できるという特徴がある。

【0060】一方、ランプの消費電力を大きくすることなく明るい照明光を得るために、光利用効率の高い照明装置を構成することは重要である。発光体2から放射された光の大部分は、放物面鏡3により集光されて第1レンズアレイ板4に入射し、第2レンズアレイ板5に到達する。したがって、第2レンズアレイ板5及び偏光変換素子6の開口部における光の損失が少なければ、発光体2から放射される光の大部分は有効に被照明領域8に到達することがわかる。

【0061】本発明の構成では、発光体2の第2レンズアレイ板5の開口近傍での投影像の大きさが略均一になるように複数の第1レンズをそれらの主光軸方向の位置と焦点距離を互いに異ならせている。これによって、第2レンズアレイ板5及び偏光変換素子6の開口部における光の損失が殆どない高い光利用効率を実現できる照明装置を提供している。この場合、光学系(3、4、5、7)の配置誤差等を考慮して、第1レンズアレイ板4のそれぞれの第1レンズ10の投影像が第2レンズアレイ板5の開口に対して余裕を与える程度に、投影像のサイズを決定しても構わない。

【0062】次に図3を用い、本発明の特徴である第1レンズアレイの構成について補足する。図3は、特に第1レンズ10f及び第2レンズ11fの組み合わせに着目し、発光体2から放物面鏡3、第1レンズ10f、第2レンズ11f、偏光変換素子6、第3レンズ7、被照明領域8に至る経路に沿って、関連する要素のみを記述している。

【0063】発光体2の長さ（長軸方向）をdL、太さ（短軸方向）を $\phi 0$ 、第1レンズ10fの光軸と放物面3の交点をQf、交点Qfと発光点2の重心位置（放物面鏡3の焦点位置）の距離をL1f、第1レンズ10fの焦点距離をF1f、第2レンズ11fの焦点距離をF2fとおく。放物面鏡3の焦点から出射し、第1レンズ10fの開口中心、第2レンズ11fの開口中心を経て被照明領域8の中心8aに至る光線に沿った経路を、着目しているレンズ系の補助光軸25とする。

【0064】放物面3の局所的な焦点距離は前述のL1と見做して良く、したがって第1レンズ10fの焦点距離F1fとの合成で、第2レンズアレイ5の対応する第2レンズ11f上に投影される発光体2の投影像26fは倍率 βf だけ拡大又は縮小された像となる。ここで倍率 βf は、

$$\beta f = F1f / L1f$$

で与えられる。さらに光源2の長軸dLと補助光軸25は直交していないので、補助光軸25との傾き角θに応じて、結像面上で光線像26fは傾き、その傾きは各レンズ光軸と発光体2の重心位置を含む面と垂直な軸に対して回転するように傾く。

【0065】図4は第2レンズアレイ板5上の着目している第2レンズ11fのみと、そこに作られる発光体像(光源像)26fの一例を示す。光源像26fは主光軸9に対して回転対称に投影されるので、第2レンズ11fの中心と主光軸位置5aを結ぶ軸に沿って発光体2の長軸dLが投影される。

【0066】図5は第2レンズアレイ板5上に作られるすべての発光体像26の様子を観測した結果の一例を示す。発光体像26の大きさは、前述した像の回転等を考慮して第1レンズ10の各焦点距離を決定しているの

で、略均一な大きさが得られる。
【0067】本発明の照明装置の実施例において、凹面鏡は、特に放物面鏡でなくとも構わない。楕円面鏡等を用いても良く、この場合も同様に、楕円と第1レンズによる第2レンズの開口近傍の発光体像26が所望のサイズとなるように第1レンズの各焦点距離を決定すれば良い。尚、第3レンズ7を第2レンズアレイと同様に複数のレンズを配列したレンズアレイより構成しても良い。

【0068】又、図5において、発光体像26は第2レンズ11の開口よりその直後の偏光変換素子6の開口部の方が小さいので、偏光変換素子6の開口での光損失をなくすように発光体像26の大きさ、つまり複数の第1レンズ10の焦点距離を決定している。しかし、偏光変換素子6を用いない系にも本実施例は適用でき、この場合は、第2レンズ11の開口部で損失がないように第1レンズ10の焦点距離を決定すれば良い。

【0069】さらに本実施例において、発光体像26のサイズが略均一になるように複数の第1レンズ10の焦点距離を変えているが、必ずしも全エリアで発光体像を均一にする必要はない。具体的には、第2レンズの開口部等で光損失がないような像であれば、開口に対して十分小さな像や、開口と略同サイズの像等と、ばらついていても本発明の目的は達成できる。これは、特に放物面鏡3の局所的な焦点距離L1が大きく変化する場合に有効である。

【0070】上に述べた実施例において、第1レンズ10の開口形状を被照明領域8と相似形状として説明した。これは、被照明領域を照明する光束の断面形状を被照明領域の形状に合わせることができるので、光利用効率の面で有効である。しかし、本発明の効果は、特に第1レンズの開口形状にはよらず、必ずしも被照明領域と相似形状とする必要はない。

【0071】又、発光体、凹面鏡、第1レンズ、第2レンズ、第1レンズアレイ板、第2レンズアレイ板の形

状、構成、位置関係等は、特に上に述べた関係を厳密に満たす必要はない。被照明領域を照明する光が所定の性能を満たすように適宜、変更しても構わない。特に第1レンズ、第2レンズ、第3レンズのいずれかの光学面の少なくとも1つを非球面形状とすれば、照明光に与える諸収差の影響を低減でき、光利用効率をさらに高めることができる。

【0072】次に本発明の実施形態2について説明する。

【0073】実施形態1では、第1レンズを平凸レンズとし、光源側に平面を向けて第1レンズを構成した場合について述べた。本発明の効果はこの構成に限定されない。図6に示すように、基板12の光源2側に凸面を向けた第1レンズ13と、平面を向けた第1レンズ12aを組み合わせたことも可能である。この場合、基板の厚み分だけ第1レンズの位置はシフトすることは可能である。実施する焦点距離の変化が少ない場合等は、本実施の構成は第1レンズアレイ10の素子厚を薄くできるので、ガラス成形等で第1レンズアレイを作成する場合は、特に有効である。さらに平凸レンズだけでなく、焦点距離の短い第1レンズの一部を両凸レンズとすると、各レンズの曲率が緩和でき、成形による製造はさらに容易にできる。

【0074】次に本発明の実施形態3について説明する。

【0075】図7に本発明の実施形態3の照明装置を用いて投写型表示装置を構成した場合について述べる。50は図1に示したものと同一照明装置である。51は透過型のツイストネマティック液晶パネル、52は投写レンズ、53はスクリーンを表す。投写レンズ52はテレセントリックの投写レンズを用いている。本発明の実施例は被投射領域の大きさ、及びそこに照射される光束の入射角については、従来例と全く同じ構成で高効率な照明を達成しているの

ので、これらの光学系は従来例と同様な光学系がそのまま使用できる。

【0076】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、被照明領域への照明光の集中角を大きくすることなく、高い光利用効率で明るさの均一性に優れた照明装置を提供することができる。さらに、本発明の照明装置を用いれば明るく、明るさの均一性に優れた投写画像を呈示するコンパクトな投影装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1の照明装置を用いた投影装置の要部概略図

【図2】 図1の第1レンズアレイのXY断面形状の説明図

【図3】 図1の光源の投影関係の説明図

【図4】 図1の第2レンズアレイのXY断面図

【図5】 図1の第2レンズアレイ上に投影された発光

体像の説明図

- 【図6】 本発明の実施形態2の照明装置の要部概略図
 【図7】 本発明の実施形態3の投影装置の要部概略図
 【図8】 従来の照明装置の一例を示す構成図
 【図9】 従来の照明装置の他の一例を示す構成図
 【図10】 従来の照明装置の他の一例を示す構成図
 【図11】 従来の偏光変換素子の原理説明図
 【図12】 従来例における第2レンズアレイ上に投影

された発光体像の説明図

- 【図13】 他の従来例における第2レンズアレイ上に 10
 投影された発光体像の説明図

投影された発光体像の説明図

- 【図14】 従来の光源の投影関係の説明図

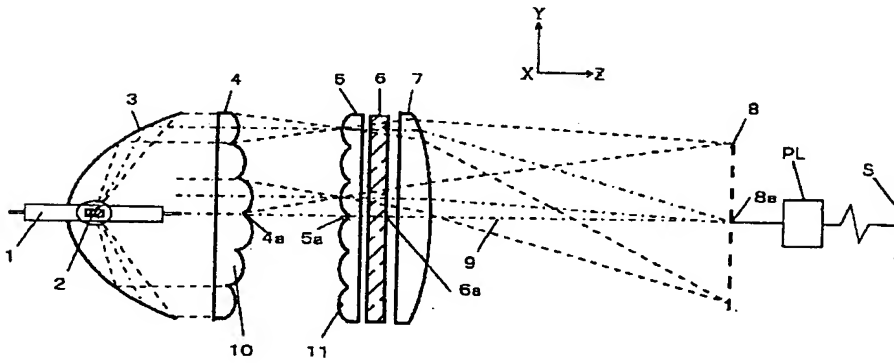
【符号の説明】

- 1 ランプ
 2 発光部
 3 反射鏡
 4 第1レンズアレイ
 5 第2レンズアレイ
 6 偏光変換素子
 7 第3レンズ
 8 被照射領域
 9 照明装置主光軸

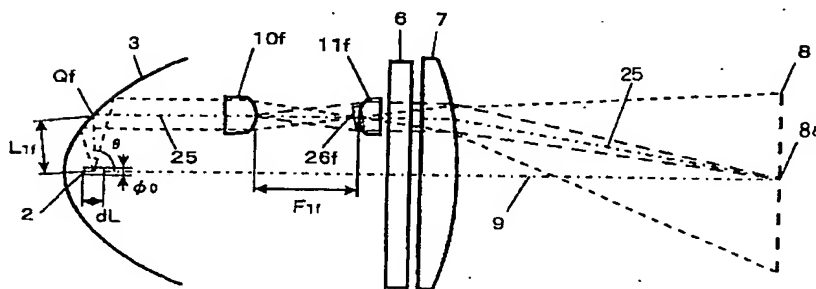
- * 10 第1レンズ
 11 第2レンズ
 25 補助光軸
 26 発光体投影像
 50 照明光学装置
 51 液晶パネル
 52 投射レンズ
 53 スクリーン
 101 ランプ
 102 反射鏡
 103 発光部
 104 照明装置主光軸
 105 補助光軸
 106 被照射領域
 121 第1レンズアレイ
 122 第2レンズアレイ
 123 第3レンズ
 124 第1レンズ
 125 第2レンズ
 126 偏光変換素子
 135 発光体投影像

*

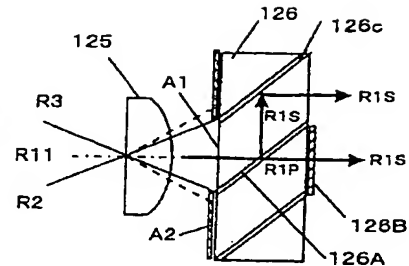
【図1】



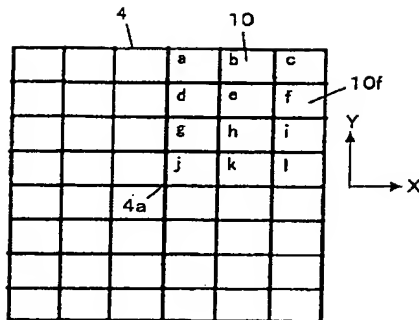
【図3】



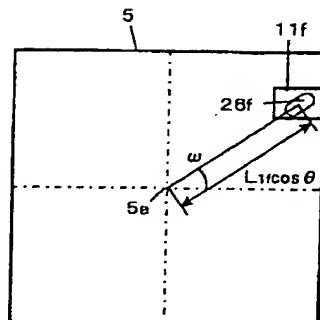
【図11】



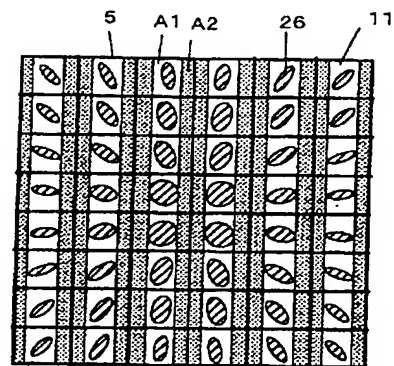
【図 2】



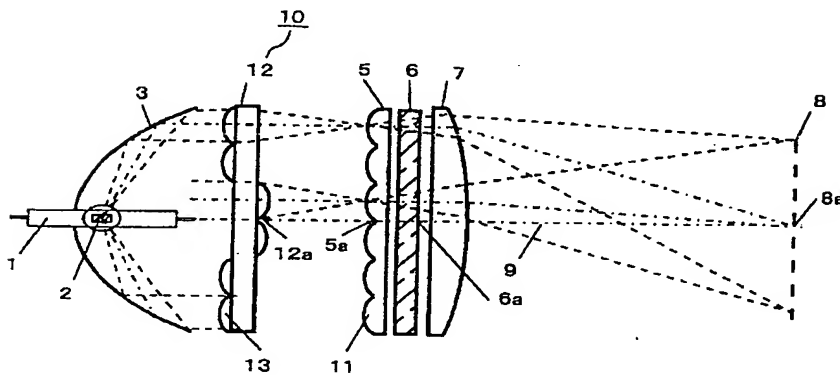
【図 4】



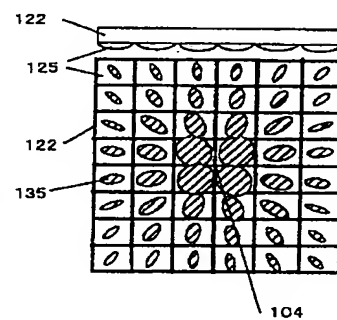
【図 5】



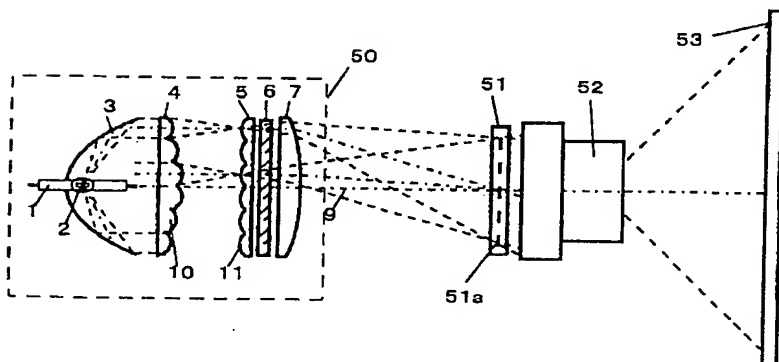
【図 6】



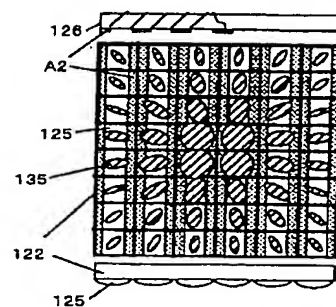
【図 12】



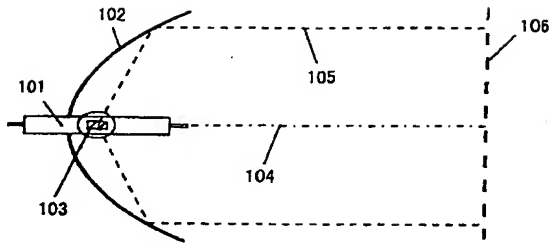
【図 7】



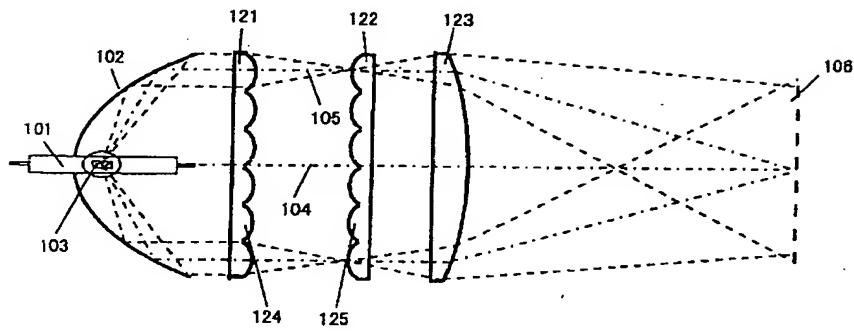
【図 13】



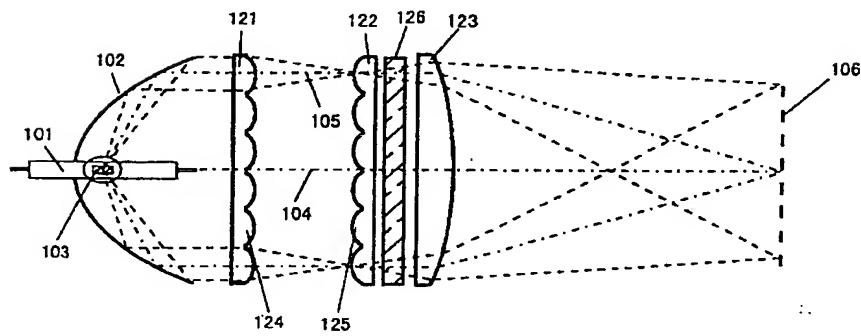
【図8】



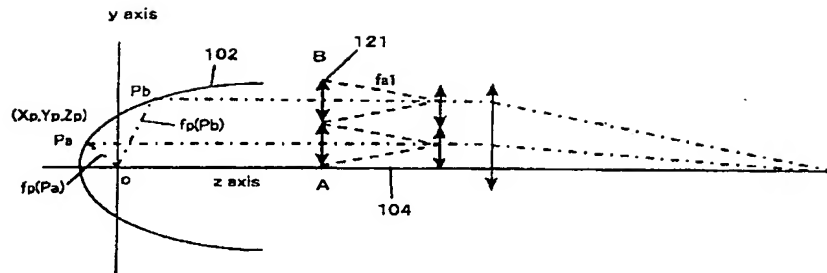
【図9】



【図10】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
G 0 3 B 21/14

識別記号

F I
G 0 3 B 21/14

テーマコード(参考)

A